

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN JURUSAN SMK MENGUNAKAN NEURO-FUZZY

Pepi Dwi Ariani¹, Entin Martiana Kusuma², Dwi Kurnia Basuki²
Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika¹, Dosen Pembimbing²
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus PENS-ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
(+62)31-5947280, 5946114, Fax.(+62)31-5946114
Email: pepi.ariani@gmail.com

Abstrak

Semakin banyak jurusan pada tingkat SMK membuat siswa sulit menentukan jurusan yang tepat sesuai dengan kemampuan yang dimiliki. Kebanyakan siswa hanya mengikuti teman untuk memilih jurusan sehingga memungkinkan siswa merasa tidak cocok setelah masuk jurusan tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pendukung keputusan yang dapat melakukan perhitungan nilai, kemampuan serta minat yang dimiliki siswa untuk membantu menentukan jurusan dan SMK yang tepat. Sistem ini mengimplementasikan metode Neuro-Fuzzy (Integrasi sistem fuzzy dan jaringan syaraf) yaitu metode yang menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy. Sistem membutuhkan beberapa masukan berupa nilai, kemampuan dan minat siswa. Hasil dari sistem berupa nilai rekomendasi yang sesuai dengan nilai, kemampuan dan minat yang dimiliki.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Neuro-Fuzzy, Jaringan Syaraf Tiruan

Abstract

Many available majors at the level of vocational schools make students difficult to determine the appropriate majors with his ability. Most students just followed their friends to choose the majors that can cause students feel does not match after entering the majors. Therefore we need a decision support system that can perform calculation of values, abilities and interests owned by the students to help determine the appropriate majors and SMK. This system implements Neuro-Fuzzy method (integration of fuzzy systems and neural networks). Neuro-Fuzzy is a method that uses neural networks to implement fuzzy inference systems. The system requires some form of input values, abilities and interests of students. Results from the system is recommendation value which is consistent within student's value, abilities and interests.

Keywords: Decision Support System, Neuro-Fuzzy, Neural Network

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

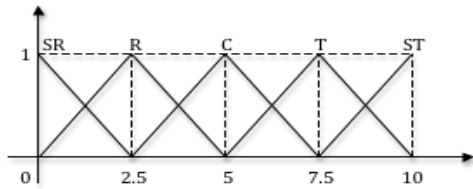
Dalam kehidupan, manusia selalu dihadapkan pada beberapa pilihan. Pengambilan keputusan yang tepat akan sangat berpengaruh pada kehidupan kita kedepannya. Permasalahan pengambilan keputusan juga dialami oleh siswa yang ingin melanjutkan sekolahnya ke jenjang yang lebih tinggi. Banyak hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan sekolah maupun jurusan yang sesuai. Kita dapat memanfaatkan teknologi informasi untuk memudahkan siswa memilih sekolah lanjutan yang sesuai dengan kemampuannya.

SMA/SMK adalah dua pilihan pendidikan formal siswa SMP yang akan melanjutkan ke tingkat atas. Siswa yang ingin melanjutkan ke SMA akan lebih mudah untuk menentukan sekolah mana yang akan dituju, sedangkan siswa

yang ingin melanjutkan ke SMK akan sedikit lebih sulit karena begitu banyak pilihan jurusan yang ada. Sering dijumpai siswa SMK yang merasa tidak cocok dengan jurusan yang dimasuki. Teknologi informasi yang ada saat ini dapat kita manfaatkan untuk melihat kemampuan siswa sehingga ketidakcocokan dan keseimbangan pilihan jurusan dapat kurangi.

Pada proyek akhir ini akan dibuat sistem yang mengimplementasikan metode Neuro-Fuzzy untuk menentukan jurusan SMK yang sesuai dengan kemampuan siswa. Hal ini dapat dilakukan dengan cara melihat nilai mata pelajaran serta ketrampilan yang dimiliki. Metode Neuro-Fuzzy (Integrasi sistem fuzzy dan jaringan syaraf) yaitu metode yang menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk mengimplementasikan sistem inferensi fuzzy. Keunggulan sistem fuzzy yaitu dapat

sebagai pendekatan untuk memperoleh derajat keanggotaan. Semua parameter dibagi dalam lima himpunan fuzzy, yaitu: sangat rendah, rendah, cukup, tinggi dan sangat tinggi. Himpunan sangat rendah menggunakan fungsi keanggotaan linier turun, himpunan sangat tinggi menggunakan fungsi keanggotaan linier naik, sedangkan himpunan rendah, cukup, dan tinggi menggunakan fungsi keanggotaan segitiga.



Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan

$$\mu_{SR}[x] = \begin{cases} \frac{2.5-x}{2.5}; & 0 \leq x < 2.5 \\ 0; & x \geq 2.5 \end{cases}$$

$$\mu_R[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0; x \geq 5 \\ \frac{x}{2.5}; & 0 < x \leq 2.5 \\ \frac{5-x}{2.5}; & 2.5 < x < 5 \end{cases}$$

$$\mu_C[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2.5; x \geq 7.5 \\ \frac{x-2.5}{2.5}; & 2.5 < x \leq 5 \\ \frac{7.5-x}{2.5}; & 5 < x < 7.5 \end{cases}$$

$$\mu_T[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5; x \geq 10 \\ \frac{x-5}{2.5}; & 5 < x \leq 7.5 \\ \frac{10-x}{2.5}; & 7.5 < x < 10 \end{cases}$$

$$\mu_{ST}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 7.5 \\ \frac{x-7.5}{2.5}; & 7.5 < x \leq 10 \\ 1; & x > 10 \end{cases}$$

Keterangan:

SR: Sangat Rendah

R: Rendah

C: Cukup

T: Tinggi

ST: Sangat Tinggi

Setelah semua data difuzzikan maka langkah selanjutnya yaitu melakukan inferensi fuzzy, berikut rulanya:

Tabel 3.1 Rule Evaluation

		Permintaan				
		SR	R	C	T	ST
Nilai	SR	1	0.75	0.5	0.25	0
	R	1	1	0.75	0.5	0.25
	C	1	1	1	0.75	0.5
	T	1	1	1	1	0.75
	ST	1	1	1	1	1

Proses Komposisi dilakukan dengan operator AND, yaitu mengambil nilai terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

Kemudian dari nilai-nilai yang didapatkan dilakukan proses defuzzifikasi dengan rumus:

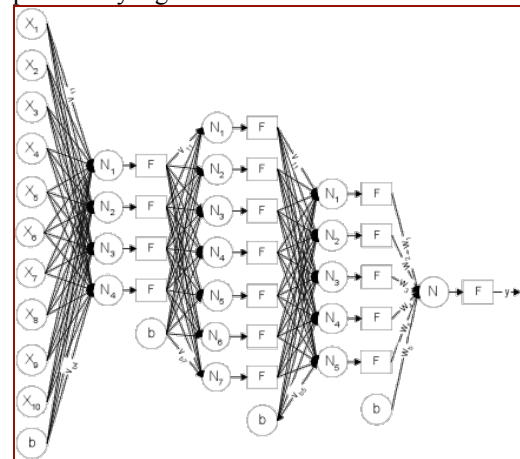
$$z = \frac{\sum_{k=1}^M \alpha_k z_k}{\sum_{k=1}^M \alpha_k}$$

dimana M = jumlah nilai, α = fire strength, z = rule value

z adalah fire strength dari suatu nilai yang telah dilakukan proses fuzzy terhadap nilai permintaannya. Hasil akhir dari proses ini akan menjadi nilai input pada proses selanjutnya yaitu jaringan syaraf tiruan.

2.5. Perancangan JST

Salah satu bagian terpenting dari konsep jaringan syaraf adalah terjadinya proses training atau pembelajaran. Tujuan utama proses ini adalah melakukan pengaturan terhadap bobot-bobot yang ada pada jaringan syaraf, sehingga diperoleh bobot akhir yang tepat sesuai dengan pola data yang dilatih.



Gambar 3.4 Struktur Multilayer Perceptron

Jaringan neural network terdiri dari n layer dan n node. Input awal dari jaringan ini yaitu nilai derajat keanggotaan data training ataupun data test yaitu matematika, ipa, bahasa inggris, bahasa indonesia, kemampuan komunikasi, kemampuan komputer dan bahasa yang dikuasai yang direpresentasikan dengan x pada gambar 5.

Algoritma Backpropagation:

1. Inisialisasi input, bias, epoch, learning rate, error, target, bobot awal dan bias

Feedforward:

2. Hitung nilai masukan (z_{in}) pada tiap pasangan elemen input pada hidden layer dengan formula:

$$z_{in_j} = b1_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

dimana $b1$ = bias input, x = nilai, v = bobot

3. Jika kita menggunakan aktivasi sigmoid, hitung output (z) dengan:

$$z_j = f(z_in_j) = \frac{1}{1 + e^{-(z_in_j)}}$$

4. Hitung sinyal keluaran (y_in) dari hidden layer untuk mendapatkan keluaran output layer dengan menggunakan persamaan:

$$y_in_k = b2_k + \sum_{i=1}^m x_i v_{jk}$$

dimana $b2 = bias\ hidden$

5. Jika kita menggunakan fungsi aktivasi sigmoid, hitung output (y) dengan:

$$y_k = f(y_in_k) = \frac{1}{1 + e^{-(y_in_k)}}$$

6. Kemudian keluaran jaringan (y) dibandingkan dengan target (t), hitung error E dengan:

$$E = t - y_k$$

7. Hitung MSE (Mean Square Error):

$$MSE = \frac{\sum E^2}{n}$$

dimana $E = Error$, $n = jumlah\ data$

Backpropagation:

8. Pada tiap unit output, gunakan formula ini untuk memperbaiki nilai bobot dan bias (δ):

$$\delta 2_k = E f'(y_in_k)$$

9. Perbaiki nilai bobot (Δw) dan bias (Δb) dengan menggunakan formula:

$$\Delta w_{jk} = \alpha (\delta_k z_j)$$

$$\Delta b 2_k = \alpha \delta_k$$

dimana $\alpha = learning\ rate$

10. Hitung sinyal balik (δ_in) dari output layer pada tiap unit di hidden layer

$$\delta_in_j = \sum_{k=1}^n \delta_k w_{jk}$$

dimana $p = jumlah\ node$, $w = bobot$

11. Pada tiap unit hidden layer, hitung delta_1 untuk memperbaiki nilai bobot dan bias (δ):

$$\delta 1_j = \delta_in_j f'(z_in_j)$$

12. Perbaiki nilai bobot (Δv) dan bias (Δb) dengan menggunakan formula:

$$\Delta v_{ij} = \alpha (\delta_j x_i)$$

$$\Delta b 1_j = \alpha \delta_j$$

13. Untuk semua layer, perbaiki bobot dan bias:

Pada output layer:

$$w_{jk} = w_{jk} + \Delta w_{jk}$$

$$b 2_k = b 2_k + \Delta b 2_k$$

Pada hidden layer:

$$v_{ij} = v_{ij} + \Delta v_{ij}$$

$$b 1_k = b 1_k + \Delta b 1_k$$

14. Hitung MSE (Mean Square Error) dengan menggunakan formula:

$$MSE = \frac{\sum E^2}{n}$$

15. Jika (Epoch < maximum Epoch) atau (MSE < Target Error), ulangi langkah pelatihan (mulai feedforward).

3. PENGUJIAN DAN ANALISA

3.1. Pengujian Konfigurasi JST

Konfigurasi JST sangat berpengaruh pada kecepatan dan ketepatan sistem. Konfigurasi yang sederhana akan membuat sistem berjalan dengan cepat dengan tidak mengabaikan error yang dihasilkan.

Dalam pengujian ini dilakuakn pengujian hidden layer, node, learning rate dan epoch untuk mendapatkan error sekecil mungkin dengan waktu yang relatif cepat.

Pengujian Hidden Layer

Analisa Layer					
Learning Rate : 0.5 ; Error: 0.0 ; Epoch : 100					
Jurusan	2	3	5	6	9
1	0.4997989	0.24037427	0.4999828	0.49995136	0.49224472
2	0.30624428	0.25229198	0.49999255	0.49998507	0.49714538
3	0.4998953	0.4278385	0.49999422	0.49993438	0.6881708
4	0.4969401	0.24393651	0.4999838	0.499981	0.64233464
5	0.49917683	0.36922768	0.4999431	0.4999836	0.49987835
6	0.4731511	0.36670876	0.49978393	0.499909	0.3782231
7	0.48268062	0.36211267	0.48331022	0.4833269	0.48326796
8	0.32098183	0.21738806	0.49998835	0.49993432	0.49983343
9	0.49997613	0.2510353	0.47892857	0.49999973	0.497794
10	0.4995661	0.31906378	0.49998596	0.49988064	0.49700558
11	0.4997898	0.36413887	0.4999812	0.49997717	0.47201303
12	0.49986514	0.3417152	0.49999902	0.49736628	0.4999219
13	0.49869835	0.5148265	0.49985045	0.4999523	0.49989823
14	0.49995626	0.24723475	0.4999836	0.4999828	0.49989164
15	0.4995822	0.24430421	0.4995555	0.49994165	0.21696687
16	0.49989787	0.2841221	0.4999847	0.49988073	0.32413653
17	0.49996045	0.29345214	0.4999936	0.49997538	0.1723123
18	0.499945	0.35928604	0.49999782	0.49999526	0.49399003
19	0.48544607	0.22921628	0.49973094	0.48220825	0.49175456
20	0.50835025	0.38569766	0.5077791	0.4915142	0.5073528
21	0.49570343	0.49828973	0.49720302	0.49730825	0.39032638
22	0.49851286	0.5187107	0.49999171	0.49999836	0.5021024
23	0.4999052	0.26415357	0.49997905	0.49997643	0.48778152
24	0.49981	0.4501765	0.68039805	0.4985256	0.49944627
25	0.49985334	0.46831113	0.49989998	0.49999994	0.3479074
26	0.49998486	0.25616342	0.49995956	0.49999973	0.49845457
27	0.49910656	0.25540388	0.49991277	0.49999973	0.4879561
28	0.49940997	0.23209506	0.49999592	0.49992955	0.499466
Rata-Rata	0.48436412	0.33061692	0.5052175	0.498195	0.46669915
Waktu	18661 ms	20591 ms	24907 ms	27226 ms	34503 ms

Gambar 4.1 Pengujian Hidden Layer

Analisa:

- Jumlah hidden layer optimal pada setiap jurusan berbeda-beda
- Sebagian besar jurusan memiliki MSE paling optimal pada 3 hidden layer dengan nilai 0.25 – 0.35
- Jurusan nomer 13 dan 22 memiliki nilai optimal pada 2 hidden layer
- Jurusan nomer 21, 15, 17 dan 25 memiliki nilai optimal pada 9 hidden layer
- Rata-rata MSE 2 hidden layer 0.49, 3 hidden layer 0.33, 6 hidden layer 0.49 dan 9 hidden layer 0.47
- Waktu yang dibutuhkan untuk 2 hidden layer 18661 ms, 3 hidden layer 20591 ms, 5 hidden layer 24907 ms, 6 hidden layer 27226 ms dan 9 hidden layer 34503 ms.

- Jika dilihat dari nilai MSE yang paling kecil, nilai optimal untuk keseluruhan jurusan adalah 3 hidden layer
- Dari segi waktu nilai paling optimal adalah 2 hidden layer.
- Perbedaan nilai MSE 2 dan 3 hidden layer adalah 0.16 sedangkan perbedaan waktunya adalah 1930 ms.
- Perbedaan waktu keduanya relatif kecil sedangkan perbedaan error yang dihasilkan cukup besar, jadi nilai optimal untuk jumlah hidden layer adalah 3.
- Data training tidak terlalu kompleks sehingga cukup dengan 3 hidden layer, error pada sistem sudah relatif kecil

Pengujian Node

Analisa Node

Hidden Layer : 3 ; Learning Rate : 0.5 ; Error: 0.0 ; Epoch : 100

Jurusan	5,7,9	2,6,9	4,7,5	8,9,13	9,7,6
1	0.49998847	0.49996278	0.4722786	0.4999455	0.49848086
2	0.49991912	0.4999827	0.58387965	0.49999264	0.49962178
3	0.49922073	0.49998662	0.49733877	0.49999973	0.3283997
4	0.49993545	0.49956343	0.38124457	0.4999592	0.4994245
5	0.4999914	0.4999548	0.49992618	0.49992195	0.1594635
6	0.48411503	0.49993142	0.4993329	0.49999973	0.49948558
7	0.5165813	0.4832827	0.4807592	0.48306644	0.4832967
8	0.49898466	0.49997282	0.4991779	0.49995518	0.49987108
9	0.4999138	0.49995038	0.49978045	0.4999972	0.4996961
10	0.49976406	0.49981594	0.4998658	0.49994946	0.49629337
11	0.49999142	0.49932882	0.6105907	0.4999971	0.49891445
12	0.49988082	0.50019157	0.16328958	0.49999332	0.49925086
13	0.4999866	0.4999199	0.49091712	0.49938276	0.4994486
14	0.49991372	0.4997851	0.2508692	0.4998557	0.49947616
15	0.4999388	0.49999717	0.4199775	0.6309226	0.1102664
16	0.49992427	0.49999902	0.26687935	0.7689456	0.4998746
17	0.49996898	0.49993655	0.38819703	0.49998024	0.49977362
18	0.49971044	0.4988832	0.46848488	0.49999693	0.49971756
19	0.49998197	0.49985927	0.24603957	0.49989888	0.4998799
20	0.508469	0.49137893	0.16893111	0.5084724	0.4711814
21	0.49998268	0.49999148	0.49877614	0.49998283	0.49912742
22	0.49999517	0.11516241	0.4989229	0.4999982	0.5895189
23	0.7772894	0.49995968	0.49881962	0.499998	0.24159981
24	0.32098418	0.4999805	0.49946484	0.4999836	0.49946243
25	0.49982664	0.49236253	0.2279599	0.4999991	0.49996784
26	0.49999332	0.49995622	0.49862024	0.49997908	0.49965286
27	0.49743646	0.49998388	0.28905568	0.4999543	0.49955723
28	0.4999718	0.49998838	0.4969848	0.4999391	0.49962747
Rata-Rata	0.50363064	0.48496675	0.42487016	0.513934	0.45965463
Waktu	20580 ms	19020 ms	18344 ms	23387 ms	21314 ms

Gambar 4.2 Pengujian Node

Analisa:

- Setiap jurusan memiliki hasil optimal yang berbeda-beda.
- Jurusan dengan nomor 6, 8, dan 24 memiliki nilai optimal pada kombinasi node 5,7,9 tetapi perbedaan MSE pada kombinasi node yang lain sangat kecil
- Jurusan dengan nomor 22 memiliki nilai MSE yang sangat kecil pada kombinasi node 2, 6, 9
- Sebagian besar jurusan memiliki nilai optimal pada kombinasi node 4, 7, 5
- Ada 8 jurusan yang memiliki nilai optimal pada kombinasi node 9,7,6
- Kombinasi node 4, 7, 5 memiliki nilai MSE paling kecil yaitu 0.42
- Waktu paling optimal pada pengujian ini adalah 18344 ms pada kombinasi node 4, 7, 5

- Dilihat dari waktu dan rata-rata MSE, kombinasi node yang paling optimal adalah 4,7,5.

Pengujian Learning Rate

Analisa Learning Rate

Hidden Layer : 3 ; Node : 4,7,5 ; Error: 0.0 ; Epoch : 100

Jurusan	0.2	0.4	0.6	0.8	1
1	0.18550688	0.6817332	0.4990427	0.49995455	0.49751276
2	0.37814802	0.23325165	0.49996027	0.49999264	0.49999997
3	0.34477186	0.16875516	0.49992236	0.49996367	0.49999592
4	0.4399322	0.3020216	0.49992138	0.499994	0.49996287
5	0.31139103	0.21412104	0.54478896	0.49999255	0.499996
6	0.43908235	0.24793683	0.67962116	0.49999994	0.49999997
7	0.48361932	0.38898593	0.5164246	0.48332327	0.51666576
8	0.44684365	0.46375057	0.49556187	0.49996597	0.49999887
9	0.19714874	0.49861118	0.49953115	0.49997327	0.4999383
10	0.27594376	0.65453076	0.49909863	0.49998185	0.49999717
11	0.25773865	0.5067447	0.4997069	0.49999043	0.49999234
12	0.48329264	0.18998268	0.49994084	0.49998868	0.49999878
13	0.18191695	0.65939265	0.49973693	0.49999973	0.49999696
14	0.2604265	0.17431076	0.49933046	0.49490413	0.49999997
15	0.46906853	0.47363392	0.3371812	0.49995643	0.49999982
16	0.25795147	0.188964	0.49544063	0.49999973	0.49999908
17	0.2344277	0.25609002	0.5898504	0.49978253	0.49999052
18	0.31472477	0.250659	0.49969295	0.49929282	0.49994567
19	0.23374282	0.39615807	0.49964637	0.49993533	0.49999982
20	0.36432964	0.44432068	0.47203928	0.49152258	0.4915254
21	0.42628905	0.35741147	0.4999836	0.49994528	0.49999806
22	0.4110827	0.14455266	0.3754927	0.49998653	0.49999902
23	0.2654998	0.2918051	0.45550358	0.49942443	0.49999616
24	0.20230754	0.43089733	0.4980128	0.49998668	0.4999981
25	0.49033943	0.33880076	0.4987443	0.49990278	0.49999994
26	0.44861016	0.4173593	0.49994767	0.49998817	0.49964544
27	0.29556245	0.36944452	0.49987593	0.4999921	0.4999921
28	0.2915015	0.3248646	0.49915177	0.49999455	0.49999991
Rata-Rata	0.33539996	0.35961038	0.49832684	0.49884796	0.50018376
Waktu	21030 ms	20791 ms	19975 ms	21717 ms	20508 ms

Gambar 4.3 Pengujian Learning Rate

Analisa:

- Sistem menghasilkan error yang besar pada learning rate yang besar.
- Rata-rata jurusan memiliki nilai optimal pada learning rate 0.2 dan 0.4
- Jurusan nomor 15 memiliki nilai optimal pada learning rate 0.6
- Rata-rata nilai MSE paling kecil adalah pada pengujian learning rate 0.2 yaitu 0.33
- Waktu proses paling cepat adalah pada pengujian learning rate 0.4 yaitu 20791 ms
- Perbedaan MSE antara learning rate 0.2 dan 0.4 adalah 0.02 sedangkan perbedaan waktunya adalah 260 ms
- Dari segi waktu dan rata-rata error learning rate 0.2 dan 0.4 adalah learning rate yang paling optimal karena memiliki MSE kecil dengan waktu yang cepat.

Pengujian Epoch

Analisa Epoch

Hidden Layer : 3 ; Node : 4,7,5 ; Error: 0.0 ; Learning Rate : 0.4

Jurusan	2000	4000	6000	8000	10000
1	0.2565775	1.6545735E-5	0.25597888	6.5104505E-5	2.46645E-4
2	0.44442433	4.0692485E-6	7.881221E-6	0.15746087	0.016366018
3	1.8406947E-4	1.2989512E-5	1.5409512E-5	9.716264E-5	9.008835E-6
4	0.3289194	9.812732E-6	0.4999794	6.9074217E-6	0.2430145
5	8.558934E-5	0.19649109	1.0407469E-5	4.438533E-7	5.35806E-6
6	4.1555522E-6	5.0669523E-6	2.9745738E-6	1.3964565E-5	0.2793125
7	0.27771053	0.017305665	0.016180681	0.01667637	0.3379871
8	2.6226924E-5	3.5153196E-5	7.1200966E-6	1.0037137E-5	4.6333103E-6
9	0.0054888777	3.1847892E-5	3.717275E-5	3.9908587E-6	2.5132679E-6
10	2.857098E-4	3.5957062E-5	7.983526E-6	2.627451E-6	1.3602042E-5
11	0.001312695	0.49584636	0.038079306	8.9025425E-6	1.7781396E-5
12	0.27541944	0.24932288	2.196793E-5	5.6748668E-6	0.49999934
13	4.3752242E-4	5.673832E-4	6.1334045E-5	1.8602479E-5	0.49999991
14	0.2557536	0.31985906	0.2559437	2.2561617E-6	4.5831484E-6
15	7.199686E-5	4.377311E-5	0.4999677	0.022806516	0.25060245
16	3.8150138E-5	0.4811161	1.4677082E-5	2.5294541E-5	3.4199933E-5
17	0.013765376	8.0453094E-5	2.7484346E-5	6.0514398E-5	5.42266E-5
18	0.21830362	0.064525515	5.9356046E-4	6.6112916E-6	3.4515188E-6
19	0.59087217	2.9992721E-5	2.5273917E-5	2.983187E-5	7.196357E-6
20	0.3588672	1.505568E-5	8.005688E-6	2.64462E-5	0.5084729
21	1.3726427E-5	2.1611597E-5	1.2885992E-5	6.882963E-6	1.211618E-5
22	3.8412913E-5	0.47155538	0.021735916	7.739038E-6	1.1204056E-5
23	2.8192011E-5	5.8202727E-6	6.8768413E-6	3.0505535E-5	1.28462425E-5
24	0.28897396	8.81845E-5	4.6310008E-5	2.372485E-5	1.9746866E-4
25	5.9583548E-5	1.2927655E-5	2.9579262E-5	1.344722E-5	0.48102802
26	0.25547275	4.1383657E-5	0.48139238	2.0104393E-5	0.48934445
27	0.20839442	0.49999	0.25711456	5.8880705E-6	7.1153727E-6
28	0.4953429	9.233681E-6	2.8532279E-5	1.8460134E-5	1.968535E-6
Rata-Rata	0.15274544	0.09989569	0.08311925	0.0070519587	0.12881328
Waktu	395773 ms	746272 ms	1149385 ms	7119447 ms	2017369 ms

Gambar 4.4 Pengujian Epoch

Analisa:

- MSE paling kecil tidak selalu dihasilkan pada epoch yang paling besar
- 5 jurusan memiliki nilai optimal pada pengujian epoch 4000, yaitu jurusan nomor 1, 2, 15, 23 dan 25
- 5 jurusan memiliki nilai optimal pada pengujian epoch 6000, yaitu jurusan nomor 6, 7, 16, 17 dan 29
- 12 jurusan memiliki nilai optimal pada pengujian epoch 8000, yaitu jurusan nomor 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 24, 26, dan 27
- Sedangkan untuk epoch 10000 ada 6 jurusan, yaitu nomor 3, 8, 9, 18, 19 dan 28
- Rata-rata MSE yang paling optimal dimiliki oleh pengujian 8000 epoch, dengan perbedaan yang cukup besar dengan epoch yang lain.
- Perbedaan yang paling dekat dengan epoch 6000, dengan nilai perbedaan 0.075
- Sebagian besar jurusan memiliki nilai optimal pada epoch 8000
- Jurusan yang memiliki nilai optimal di luar epoch 8000, nilai MSE pada epoch 8000 tidak berbeda jauh dengan nilai optimalnya seperti terlihat pada jurusan nomor 1 nilai optimal pada epoch 4000 dengan MSE 1.65E-5 dan pada epoch 8000 MSE nya 6.51E-5
- Waktu proses pada pengujian ini akan sebanding dengan epoch yang dilakukan, semakin besar epoch maka waktunya akan semakin lama

- Epoch yang paling bagus untuk sistem ini sebanyak 8000 dengan rata-rata MSE 0.007 dengan waktu proses 7119447 ms

Keterangan nomer pada jurusan:

Keterangan:

1 : SMKN 8 Surabaya Tata Kecantikan Rambut	2 : SMKN 8 Surabaya Patiseri
3 : SMKN 8 Surabaya Restoran	4 : SMKN 8 Surabaya Akomodasi Perhotelan
5 : SMKN 11 Surabaya Seni Murni	6 : SMKN 11 Surabaya Animasi
7 : SMKN 11 Surabaya Teknik Pemesinan	8 : SMKN 11 Surabaya Multimedia
9 : SMKN 10 Surabaya Multimedia	10 : SMKN 9 Surabaya Seni Teater
11 : SMKN 10 Surabaya Pemasaran	12 : SMKN 9 Surabaya Seni Pedalangan
13 : SMKN 10 Surabaya Usaha Perjalanan Wisata	14 : SMKN 9 Surabaya Seni Karawitan
15 : SMKN 10 Surabaya Perbankan	16 : SMKN 9 Surabaya Seni Tari
17 : SMKN 10 Surabaya Akuntansi	18 : SMKN 9 Surabaya Seni Musik Klasik
19 : SMKN 10 Surabaya Administrasi Perkantoran	20 : SMKN 5 Surabaya Kimia Analisis
21 : SMKN 5 Surabaya Teknik Pemesinan	22 : SMKN 5 Surabaya Teknik Kendaraan Ringan
23 : SMKN 5 Surabaya Kimia Industri	24 : SMKN 5 Surabaya Teknik Instalasi Tenaga Listrik
25 : SMKN 8 Surabaya Desain Busana	26 : SMKN 5 Surabaya Teknik Gambar Bangunan
27 : SMKN 8 Surabaya Tata Kecantikan Kulit	28 : SMKN 8 Surabaya Tata Busana

Gambar 4.5 Keterangan nomer jurusan

3.2. Pengujian Error

Pengujian error dilakukan pada data training, prosentase kesalahan (% error) dengan toleransi kesalahan 0.0004 setiap datanya.

Hasil Evaluasi Error

Sekolah	Jurusan	Error
SMKN 8 Surabaya	Tata Kecantikan Rambut	5.0%
SMKN 8 Surabaya	Patiseri	5.0%
SMKN 8 Surabaya	Restoran	5.0%
SMKN 8 Surabaya	Akomodasi Perhotelan	3.3%
SMKN 11 Surabaya	Seni Murni	40.0%
SMKN 11 Surabaya	Animasi	3.3%
SMKN 11 Surabaya	Teknik Pemesinan	61.7%
SMKN 11 Surabaya	Multimedia	5.0%
SMKN 10 Surabaya	Multimedia	0.0%
SMKN 9 Surabaya	Seni Teater	8.3%
SMKN 10 Surabaya	Pemasaran	6.7%
SMKN 9 Surabaya	Seni Pedalangan	0.0%
SMKN 10 Surabaya	Usaha Perjalanan Wisata	28.3%
SMKN 9 Surabaya	Seni Karawitan	0.0%
SMKN 10 Surabaya	Perbankan	20.0%
SMKN 9 Surabaya	Seni Tari	10.0%
SMKN 10 Surabaya	Akuntansi	10.0%
SMKN 9 Surabaya	Seni Musik Klasik	10.0%
SMKN 10 Surabaya	Administrasi Perkantoran	1.7%
SMKN 5 Surabaya	Kimia Analisis	23.7%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Pemesinan	6.7%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Kendaraan Ringan	43.3%
SMKN 5 Surabaya	Kimia Industri	5.0%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Instalasi Tenaga Listrik	18.3%
SMKN 8 Surabaya	Desain Busana	3.3%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Gambar Bangunan	13.3%
SMKN 8 Surabaya	Tata Kecantikan Kulit	3.3%
SMKN 8 Surabaya	Tata Busana	5.0%

Gambar 4.6 Pengujian Error

Analisa:

- Pada toleransi 0.0004 rata-rata error yang dihasilkan cukup kecil
- 3 jurusan yang memiliki error 0%, yaitu seni pedalangan, seni karawitan dan multimedia
- Beberapa jurusan masih memiliki error yang cukup besar seperti seni murni, teknik pemesinan, usaha perjalanan wisata dan kimia analisis.

3.3. Pengujian Nilai Rekomendasi

Pengujian rekomendasi adalah pengujian data yang dilakukan setelah proses training selesai. Pengujian ini dilakukan untuk menganalisa hasil rekomendasi yang dihasilkan, faktor apa saja yang berpengaruh pada nilai rekomendasi.

Untuk mendapatkan nilai rekomendasi kita harus mengisi beberapa parameter yang dibutuhkan, yaitu nilai bahasa indoneisa, bahasa inggris, matematika, IPA, kemampuan komunikasi, jumlah bahasa yang dikuasai, kemampuan komputer, tingkat kreatifitas, ketertarikan pada seni serta bidang minat sebanyak 3.

Pengujian ke-1:

Gambar 4.7 Input Rekomendasi 1

Hai, Nila

Rekomendasi SMK		
Sekolah	Jurusan	Rekomendasi
SMKN 5 Surabaya	Teknik Pemesinan	100.0%
SMKN 5 Surabaya	Kimia Industri	100.0%
SMKN 5 Surabaya	Kimia Analisis	100.0%
SMKN 11 Surabaya	Teknik Pemesinan	41.6%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Instalasi Tenaga Listrik	36.6%
SMKN 9 Surabaya	Seni Teater	23.2%
SMKN 10 Surabaya	Akuntansi	15.5%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Kendaraan Ringan	7.8%
SMKN 11 Surabaya	Seni Murni	7.5%
SMKN 8 Surabaya	Akomodasi Perhotelan	3.5%

Gambar 4.8 Hasil Rekomendasi 1

Pengujian ke – 2:

Gambar 4.9 Input Rekomendasi 2

Hai, Nisa

Rekomendasi SMK		
Sekolah	Jurusan	Rekomendasi
SMKN 10 Surabaya	Multimedia	100.0%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Pemesinan	100.0%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Gambar Bangunan	100.0%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Instalasi Tenaga Listrik	100.0%
SMKN 10 Surabaya	Akuntansi	99.7%
SMKN 5 Surabaya	Kimia Analisis	99.7%
SMKN 5 Surabaya	Kimia Industri	93.1%
SMKN 5 Surabaya	Teknik Kendaraan Ringan	91.7%
SMKN 10 Surabaya	Perbankan	80.9%
SMKN 11 Surabaya	Teknik Pemesinan	78.7%

Gambar 4.10 Hasil Rekomendasi 2

Analisa:

- Pengujian 1, nilai mata pelajaran cukup tinggi tetapi kemampuan rendah
- Rendahnya kemampuan yang dimiliki mengakibatkan rendahnya nilai rekomendasi untuk jurusan yang membutuhkan kemampuan tersebut
- Selain dipengaruhi oleh nilai mata pelajaran dan kemampuan, rekomendasi juga dipengaruhi oleh minat siswa
- Pengujian 1, minat yang dipilih memiliki nilai rekomendasi cukup besar dan hasil yang didapatkan akurat 100% untuk nilai data training yang digunakan
- Pada pengujian 2 baik nilai mata pelajaran dan kemampuan cukup tinggi, sehingga banyak jurusan yang direkomendasikan dengan nilai yang tinggi.
- Minat tanpa disertai dengan nilai mata pelajaran dan kemampuan tidak banyak berpengaruh, terbukti dari pengujian 2 jurusan Animasi dan Desain Busana tidak masuk dalam sepuluh besar.

Analisa Keseluruhan:

- Semakin banyak hidden layer tidak begitu berpengaruh pada MSE yang dihasilkan, terlihat dari pengujian jumlah hidden layer yang paling optimal adalah 3 dengan rata-rata MSE 0.33 dan waktu proses 20s.

- Kombinasi node dengan 3 hidden layer yang memiliki MSE dan waktu paling optimal adalah 4,7,5. Rata-rata MSE 0.42 dan waktu 18s.
- Pada sistem ini learning rate yang dibutuhkan cukup rendah yaitu 0.2 atau 0.4. Kedua learning rate memiliki MSE kecil 0.33 dan 0.35 dengan waktu proses yang relatif cepat 21s dan 20s.
- Semakin besar epoch tidak selalu berpengaruh pada MSE yang dihasilkan, dapat dilihat dari pengujian 8000 epoch memiliki rata-rata MSE lebih kecil dibanding dengan 10000 epoch. 8000 epoch memiliki rata-rata MSE 0.007 dan 10000 epoch memiliki rata-rata MSE 0.129.
- Dari pengujian yang telah dilakukan error yang dihasilkan dari data training rata-rata 12%.
- Selain nilai, minat juga berpengaruh pada nilai rekomendasi, terlihat dari pengujian 1, minat yang dipilih memiliki nilai rekomendasi yang cukup tinggi.
- Minat tanpa disertai dengan nilai dan kemampuan yang baik tidak banyak berpengaruh, terbukti dari pengujian 2 untuk jurusan Animasi dan Desain Busana.
- Rendahnya kemampuan yang dimiliki mengakibatkan rendahnya nilai rekomendasi untuk jurusan yang membutuhkan kemampuan tersebut seperti terlihat pada pengujian 1
- Nilai mata pelajaran dan kemampuan yang cukup tinggi menyebabkan banyaknya rekomendasi jurusan yang diberikan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Semakin banyak iterasi yang dilakukan tidak menjamin semakin kecilnya error yang dihasilkan
- b. Semakin bagus nilai yang dimiliki maka semakin banyak rekomendasi jurusan yang cocok.
- c. Minat tanpa didukung dengan kemampuan tidak banyak pengaruhnya terhadap nilai rekomendasi.
- d. Data Training adalah hal paling berpengaruh pada sistem karena data training yang menentukan bobot setiap parameter yang dimasukkan.
- e. Parameter masukan sistem ini adalah nilai mata pelajaran bahasa indonesia, matematika, bahasa inggris, ipa, kemampuan komputer, jumlah bahasa, kemampuan komunikasi, ketertarikan seni, tingkat kreatifitas dan minat.
- f. Sistem ini dibuat dengan fuzzy inference system model sugeno dan konfigurasi JST

menggunakan 3 hidden layer dengan kombinasi node 4,7,5 pada learning rate 0.5 dengan epoch optimal 8000.

- g. Alternatif rekomendasi jurusan SMK ditampilkan dalam bentuk prosentase kecocokan terhadap nilai, kemampuan dan minat siswa.

4.2. Saran

Dari Proyek akhir yang telah dilakukan masih diperlukan pembenahan-pembenahan sehingga didapatkan hasil yang lebih bagus. Saran-saran yang dapat diberikan diantaranya:

- a. Peningkatan keakuratan hasil rekomendasi dengan menambahkan parameter-parameter baru.
- b. Meningkatkan performance sistem sehingga sistem dapat berjalan lebih cepat.
- c. Menambahkan metode atau mengubah metode sehingga sistem dapat bekerja dengan baik dan lebih sempurna sesuai dengan yang diharapkan serta dapat berguna bagi kehidupan masyarakat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditiya Nugraha, Danang. Software Pembelajaran *Neural Network Dengan Algoritma Backpropagation*. 2008.
- [2] A. Drigas, S. Kouremenos, S. Vrettos, J. Vrettaros, D. Kouremenos. *An expert system for job matching of the unemployed*, 2003.
- [3] Ali Ridho Barakbah. *Neural Network*. EEPIS-ITS.
- [4] Badriyah, Tussy. *JST for Classification*. EEPIS-ITS.
- [5] Jang, JSR; Sun, CT; dan Mizutani, E. 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. London: Prentice-Hall.
- [6] Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati. *Neuro-Fuzzy: Integrasi Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2006.
- [7] Martiana Kusuma, Entin. *Fuzzy Logic*. EEPIS-ITS
- [8] Mu'minati, Ummul. *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tenaga Ahli Dalam Pengerjaan Proyek di Perusahaan Konsultasi Peerencana dan Pengawasan dengan Metode Fuzzy Query*. 2009.
- [9] Muhajirin, Muhammad. *Sistem Pendukung Keputusan Rekrutment Pekerjaan Berdasarkan Profil Mahasiswa dengan Neuro-Fuzzy*. 2009.
- [10] Sri Widodo, Thomas. *Sistem Neuro-Fuzzy*. Graha Ilmu. 2005.